

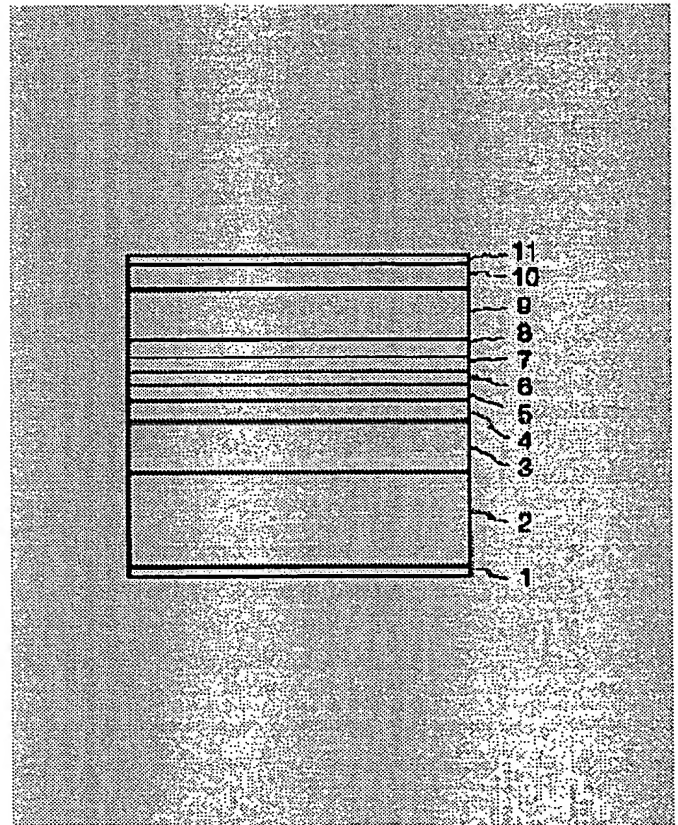
# SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP10004237  
Publication date: 1998-01-06  
Inventor: WADA MITSUGI  
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD  
Classification:  
- international: H01S3/18  
- european:  
Application number: JP19960155691 19960617  
Priority number(s):

## Abstract of JP10004237

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the reliability of a semiconductor laser under high output oscillation in a strain quantum well semiconductor laser  $0.90\text{--}1.1\mu\text{m}$ .

**SOLUTION:** An  $\text{n-In}_{0.4}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}_4$  clad layer 3, an  $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}$  light guide layer 4, an  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}$  tension strain barrier layer 5, an  $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}$  compression strain active layer 6, an  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}$  tension strain barrier layer 7, an  $\text{p-In}_{0.3}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}_3$  light guide layer 8, an  $\text{p-In}_{0.4}\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}_4$  clad layer 9 and an  $\text{p-GaAs}$  contact layer 10 are successively grown on an  $\text{n-GaAs}$  substrate 2. In such a constitution, the barrier layers 5, 7 have the tension strain of the strain amount compensating the compression strain of the active layer 6. Furthermore, the clad layer 3, 9 and the light guide layers 4, 8 are composed to be lattice-matched with the substrate 2.



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## (19) 日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公開番号

特開平10-4237

(43) 公開日 平成10年(1998)1月6日

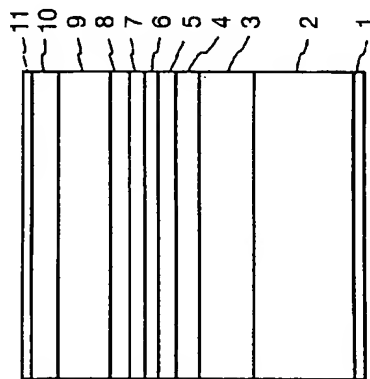
(51) IntCl. <sup>4</sup>	識別記号	片内整理番号	PI	技術表示箇所
H01S 3/18			H01S 3/18	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)				
(21) 出願番号	特願平8-155691	(71) 出願人	000005201	
(22) 出願日	平成8年(1996)6月17日	富士写真フイルム株式会社		
		神奈川県南足柄市中区210番地		
		(72) 発明者	和 田 賢	
		神奈川県足柄上郡栗原町吉台798番地 富		
		士写真フイルム株式会社内		
		(74) 代理人	伊理士 柳田 征史 (外1名)	

## (54) 発明の名称 半導体レーザ

## (57) 要約

【課題】 0.90-1.1μm 帯の亜量子井戸半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。

【解決手段】 n-GaAs 基板 2 上に、n-In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> P<sub>4</sub> クラッド層 3、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 光導波層 4、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 引張り歪層 5、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 圧縮歪層 6、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 引張り歪層 7、p-In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 光導波層 8、p-In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> クラッド層 9、p-GaAs コンタクト層 10 を順次成長させる。導波層 5、7 は、活性層 6 の圧縮歪を補償する歪量の引張り歪を有する。なお、クラッド層 3、9 および光導波層 4、8 は基板 2 に格子整合する組成で



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 III-V 族化合物半導体である GaAs 基板に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成する III-V 族系半導体レーザにおいて、

前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記 GaAs 基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、

前記第一および第二障壁層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、

前記第一光導波層と第一障壁層、および第二光導波層と第二障壁層の V 族組成比が同一であることを特徴とする III-V 族系半導体レーザ。

【請求項 2】 前記活性層の組成を In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 0.23, 0.04 ≤ 1-x-y ≤ 0.50) とし、前記第一および第二光導波層を In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> (x2 < x3 ≤ 0.25) とすることを特徴とする請求項 1 記載の III-V 族系半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体レーザに関するものであり、特に III-V 族系半導体レーザの組成に関するものである。

[0002]

【従来の技術】 従来、0.99 μm 帯の半導体レーザとして Appl. Phys. Lett., 62 (1993) 1641 に開示されているような n-GaAs 基板に n-InGaP クラッド層、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> P<sub>4</sub> 光導波層、GaAs<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 引張り歪層、In<sub>2</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 光導波層、p-InGaP クラッド層、p-GaAs キャップ層を積層してなる半導体レーザが提案されて

[0003]

いる。【発明が解決しようとする課題】 しかし上述の構成では有機金属気相成長 (MOCVD) 法における結晶成長において、光導波層から引張り歪層、あるいはそれらの逆の成長過程において、V 族元素化合物ガス (PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>) の切換時に P と As の急激な置換が生じ結晶表面の状態で不安定になってしまうため、層間の界面を高品質で安定に再現性良くつくることができず、また、界面の上

[0004]

に成長する結晶の品質を著としてしまうという欠点がある。【0004】 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、高出力発振下においても信頼性の高い 0.9-1.1 μm 帯の亜量子井戸型の III-V 族系半導体レーザを提供することを目的とするものである。

[0005]

【課題を解決するための手段】 本発明の III-V 族系半導体レーザは、III-V 族化合物半導体である GaAs 基板上に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成する III-V 族系半導体レーザにおいて、前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記 GaAs 基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記 GaAs 基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、前記第一および第二障壁層、および第二光導波層と第二障壁層の V 族組成比が同一であることを特徴とするものである。

【0006】 前記半導体レーザにおいて、前記活性層の組成を In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 0.23, 0.04 ≤ 1-x-y ≤ 0.50) とし、前記第一および第二光導波層を In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> (x2 < x3 ≤ 0.25) とすることが好ましい。

[0007]

【発明の効果】 本発明の III-V 族系半導体レーザでは、引張り歪層により圧縮性歪活性層の歪が補償されるため信頼性の向上が期待できる。

【0008】 また、光導波層と引張り歪層との V 族組成比を同一としていることにより、MOCVD 法での成長の際、光導波層と引張り歪層間の V 族元素化合物ガスの切換の必要がないために、界面での成長中断時間を短縮することができ、界面に欠陥を生じせずにレーザ構造を作ることができ、また、界面および界面の上に成長する結晶の品質を向上させることができ、結果として素子の信頼性を向上させることができる。

【0009】 一般に、半導体レーザ作製時の半導体各層の組成を決定するためには図 2 に示すような組成 (II) III-V 族系半導体組成 (コロナ出版) が用いられる。図 2 に示す組成に合せて、各バンドギャップ (実線)、等価子定数 (破線) 各成分組成におけるシビリティ、ギャップ (一点鎖線) を示す。例えば、光導波層およびクラッド層は GaAs 基板に格子整合する組成比、すなわち等価子定数 0.0 % で示される破線上の組成比をとり、その他の層は成長温度に依存するシビリティギャップとの関係で定められる。本発明の半導体レーザにおいては、光導波層と引張り歪層との V 族組成比が同一であり、III 族組成比が 2 < x3 ≤ 0.25 であることから、図 2 から明らかのように引張り歪層のバンドギャップが光導波層のバンドギャップより高いものとなるため、

光導波層および引張り歪層の温度依存性を小さくすることができ、

[0010]

【発明の発明の形態】 以下に本発明の発明の形態を断面を用いて説明する。

[0011]

【0011】 図 1 は、本発明の一実施の形態を示すもの

(3)

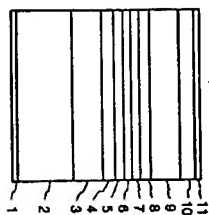
である。III族原料となる有機金属として、トリメチルガリウム (TMC) およびトリメチルインジウム (TM I) を用い、V族原料となる元素化合物ガスとしてAsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>を用いるMOCVD装置によりn-GaAs基板2上に、 $n\text{-In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  クラッド層3 ( $0 \leq x \leq 1$ ;  $0 \leq y \leq 1$ )、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  光導波層4 ( $0.2 \leq x \leq 0.5$ ;  $0.04 \leq y \leq 0.50$ )、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  引張り至障壁層5 ( $0.2 \leq x \leq 0.25$ )、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  引張り至障壁層6 ( $0.0 \leq x \leq 0.25$ )、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  引張り至障壁層7、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  光導波層8、 $p\text{-In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$  クラッド層9、 $p\text{-GaAs}$  コンタクト層10を順次成長させる。なお、組成の範囲は図2の組成図を用い、70°Cで成長する際のミニピラミッドを考慮して定めている。

【0012】クラッド層3、9および光導波層4、8はGaAs基板2に格子整合する組成とする。量子井戸活性層6の歪を補償する引張り至障壁層5、7の厚みは結晶成長中に転位等の欠陥を発生させない厚みに設定し、引張り至障壁層5、7の歪量は、活性層6を挟む2層で量子井戸活性層6の圧縮歪を補償するように設定する。この際、光導波層と引張り至障壁層でV族のAs、Pの組成が同じであるから、MOCVD成長においてそれぞれの原料となるAsH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>のV族原料を切り換える必要がないために、安定に各ヘテロ界面を形成することが可能となる。

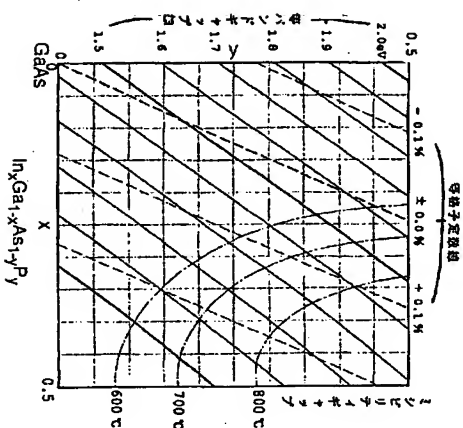
【0013】その後基板2とコンタクト層10とのそれぞれに金属電極1、11を形成して半導体レーザを完成する。

【0014】上記実施の形態では、単純なダブルヘテロ構造の形成のみ記載しているが、これらの構成に通常の

【図1】



【図2】



(4)

- 【手続補正書】
- 【提出日】平成8年9月20日
- 【手続補正1】
- 【補正対象書類名】明細書
- 【補正対象項目名】図面の簡単な説明
- 【補正方法】追加
- 【補正内容】
- 【図面の簡単な説明】
- 【図1】本発明の半導体レーザ素子断面概略図
- 【図2】半導体原料の組成図
- 【符号の説明】

1 n側電極

2 n-GaAs基板

3 n-In<sub>0.49</sub>Ga<sub>0.51-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> クラッド層

4 In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 光導波層

5 In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 引張り至障壁層

6 In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 圧縮歪量子井戸活性層

7 In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 引張り至障壁層

8 In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> 光導波層

9 p-In<sub>0.49</sub>Ga<sub>0.51-x</sub>As<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub> クラッド層

10 p-GaAs コンタクト層

11 p側電極